

Editorial

Ecocardiografía tridimensional en la evaluación de las válvulas protésicas

Three-Dimensional Echocardiography in the Assessment of Prosthetic Valves

Wendy Tsang^a, Lynn Weinert^a, Itzhak Kronzon^b y Roberto M. Lang^{a,*}^aSección de Cardiología, Centro Médico de la Universidad de Chicago, Chicago, Illinois, Estados Unidos^bCentro de Imagen Cardiológica no Invasiva, Hospital Lenox Hill, Nueva York, Estados Unidos

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

On-line el 28 de diciembre de 2010

Durante las últimas décadas, la ecocardiografía transesofágica (ETE) ha evolucionado del diagnóstico por la imagen unidimensional basado en el empleo de una sonda con transductor de modo M de cristal único a las imágenes bidimensionales con transductores en fase (*phased-array*) y ahora a las tridimensionales (3D) con transductores matriciales (*matrix array*). Las sondas de imagen 3D actuales son manifiestamente superiores a la técnica anterior, en la que se utilizaba una ETE multiplanar para reconstruir imágenes 3D. Aunque estas técnicas previas permitieron mejorar la visualización de la anatomía valvular, la adquisición de las imágenes era laboriosa y requería mucho tiempo, y además era necesario un amplio posprocesamiento para generar las imágenes. Por otra parte, la calidad de las imágenes no era buena, y con frecuencia se veía afectada por artefactos que limitaban su uso con fines de investigación.

Los avances recientes en la ETE tridimensional en tiempo real (3DTR) han impulsado el paso del diagnóstico por la imagen mediante ETE 3D del ámbito de la investigación al de la práctica clínica. Con el desarrollo de la sonda de ETE matricial, la adquisición en tiempo real y la presentación *online* de las imágenes de ETE 3D resulta ahora sencilla y no es necesaria la adquisición multiplanar secuencial ni el paso intermedio de reconstrucción que no podía hacerse *online*. Estas imágenes han permitido la visualización de la anatomía valvular utilizando orientaciones especiales que mejoran la apreciación de las relaciones espaciales respecto a lo que se conseguía anteriormente con la ecocardiografía 2D^{1,2}. Concretamente, la ETE 3DTR ha permitido visualizar y evaluar mejor las válvulas protésicas^{3,4}. En este editorial se comenta el uso de la ETE 3DTR en la evaluación de las válvulas protésicas, las complicaciones asociadas a ellas, como la endocarditis y la regurgitación paravalvular, y las limitaciones y los usos futuros de la ETE 3DTR.

EVALUACIÓN

Para la adquisición de imágenes 3D, deben utilizarse primero imágenes 2D estándar para localizar el mejor plano para la obtención de imágenes de la válvula protésica. A continuación, deben optimizarse los ajustes de ganancia con el empleo del modo

de adquisición de ángulo cerrado, que permite la obtención de imágenes 3D en tiempo real sin necesidad de una sincronización electrocardiográfica. Luego debe emplearse el modo de *zoom* 3D, con la función de imagen biplanar, para el enfoque en la válvula protésica y la adquisición de la imagen. Después de esto, debe pasarse a la adquisición de todo el volumen, a color. Este modo de adquisición de imágenes requiere una sincronización con el ECG, ya que el conjunto de datos se compila fusionando 4-7 exámenes piramidales más estrechos obtenidos a lo largo de 4-7 latidos cardíacos. Una vez adquiridas las series de datos 3D, pueden recortarse para visualizar de forma óptima las estructuras cardíacas.

Se ha demostrado que el diagnóstico por la imagen 3DTR es apropiado para la evaluación clínica de las válvulas protésicas (figs. 1 y 2)³. En nuestro estudio, Sugeng et al examinaron mediante ETE 3DTR a 40 pacientes a los que se había practicado una sustitución de válvula mitral, aórtica o tricúspide con una válvula protésica que tenía un funcionamiento normal o una reparación de la válvula mitral. Diez de los 40 pacientes estaban en fibrilación auricular en el momento en que se realizó la exploración de ETE. Dos revisores independientes evaluaron la calidad de la visualización de la válvula protésica en las imágenes obtenidas. Se asignó a las imágenes una puntuación de 0 si la visualización no era adecuada; 1 si había una visualización superior al 75% y/o presencia de un artefacto de movimiento, y 2 si había más de un 75% de visualización sin artefactos de movimiento o de supresión al eliminar el ruido (*dropout*).

Este estudio puso de manifiesto que, en las válvulas mitrales mecánicas o bioprotésicas normales, los anillos, las valvas y los ejes de la mayoría de los pacientes pueden visualizarse claramente tanto desde la perspectiva de la aurícula izquierda (fig. 3) como desde la perspectiva ventricular izquierda. En cambio, aunque la ETE 2D aportaba una mejora de la visualización del lado auricular izquierdo de la válvula mitral mecánica, en comparación con la ecocardiografía transtorácica (ETT), las sombras producidas por la prótesis normalmente impiden el examen de esta desde el lado ventricular izquierdo.

En ese estudio describimos también que, en los pacientes con una reparación de la válvula mitral, el anillo de la anuloplastia mitral y la valva anterior se visualizaban de forma óptima en el 100 y el 60% de los casos, respectivamente³. Esto se observaba con independencia de que la visualización de la válvula protésica se realizara desde la perspectiva auricular izquierda o la ventricular izquierda. Sin embargo, la valva posterior sólo se visualizó de

* Autor para correspondencia 5841 South Maryland Avenue, Chicago, Illinois 60637, Estados Unidos.

Correo electrónico: rlang@medicine.bsd.uchicago.edu (R.M. Lang).

Full English text available from: www.revespcardiol.org

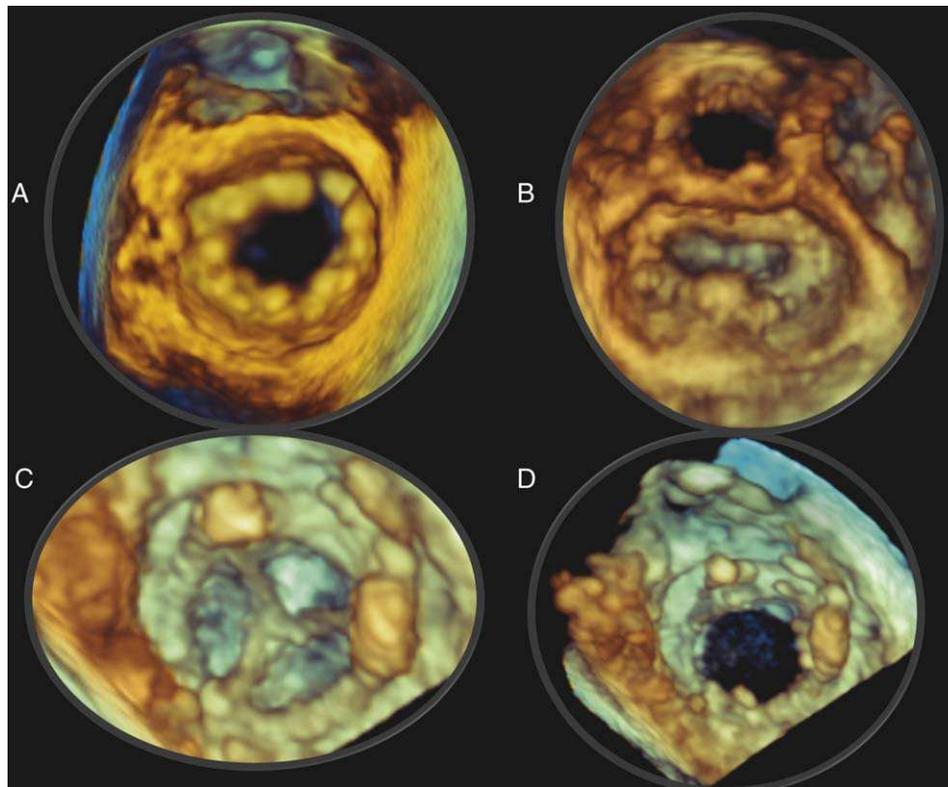


Figura 1. Ecocardiografía transesofágica tridimensional en tiempo real (ETE 3DTR) para el examen de un anillo de anuloplastia mitral St. Jude (A) visto desde la aurícula izquierda, con la válvula aórtica orientada en la posición de las doce del reloj. Las valvas de la válvula mitral nativa están abiertas. Imagen de ETE 3DTR de un anillo de anuloplastia mitral Geoform (B) visto desde la aurícula izquierda, con las valvas de la válvula nativa cerradas. Imágenes de ETE 3DTR de una bioprótesis de válvula mitral normal, vista desde el ventrículo izquierdo, con las valvas cerradas (C) y abiertas (D).

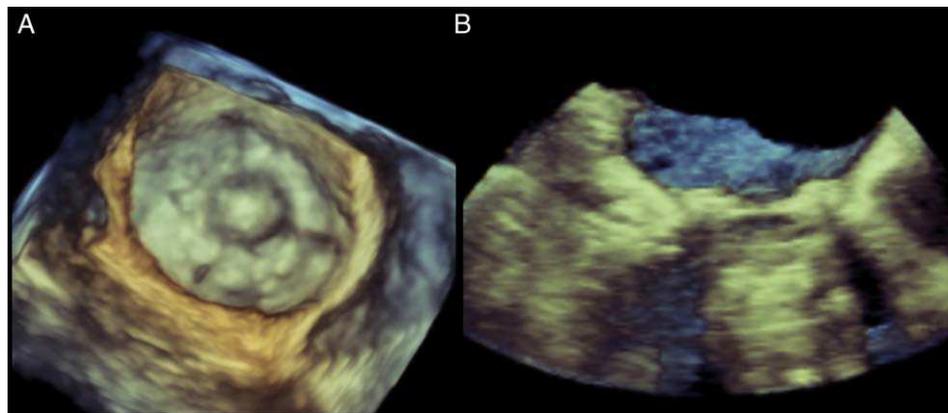


Figura 2. Imagen de ecocardiografía transesofágica tridimensional en tiempo real de una válvula Starr-Edwards en la posición mitral, vista desde la aurícula izquierda, durante la sístole ventricular (A) y en un plano recortado sagital (B) en el que se muestra la jaula de la válvula mecánica.

forma óptima en el 40% de los pacientes, fuera cual fuera la perspectiva utilizada³.

Por lo que respecta a las válvulas mecánicas y bioprótesis aórticas, las valvas se visualizan mal, sea cual sea la perspectiva empleada. Es importante señalar que el anillo protésico de la válvula aórtica se visualizaba bien tanto desde el infundíbulo de salida del ventrículo izquierdo como desde la perspectiva aórtica (fig. 4). De modo similar a las dificultades de visualización apreciadas con las válvulas protésicas aórticas, en las válvulas protésicas tricuspídeas, el anillo protésico podía visualizarse con facilidad, mientras que las valvas tricuspídeas se visualizaban mal. Es probable que las frecuentes dificultades para la visualización

adecuada de las valvas tanto en las válvulas protésicas aórticas como en las tricuspídeas se deba a que estas válvulas se encuentran más alejadas del transductor y que su ubicación sea oblicua respecto al ángulo de incidencia del haz de ultrasonidos. Esta probablemente sea también la razón de que la visualización de las valvas de la válvula aórtica y tricúspide nativas sea relativamente mala en comparación con la válvula mitral. Son necesarias todavía algunas mejoras técnicas antes de que el diagnóstico por la imagen mediante ETE 3DTR sea óptimo para la evaluación de las válvulas protésicas en esas dos localizaciones anatómicas.

En general, el diagnóstico por la imagen mediante ETE 3DTR permite una visualización clínicamente útil de los componentes

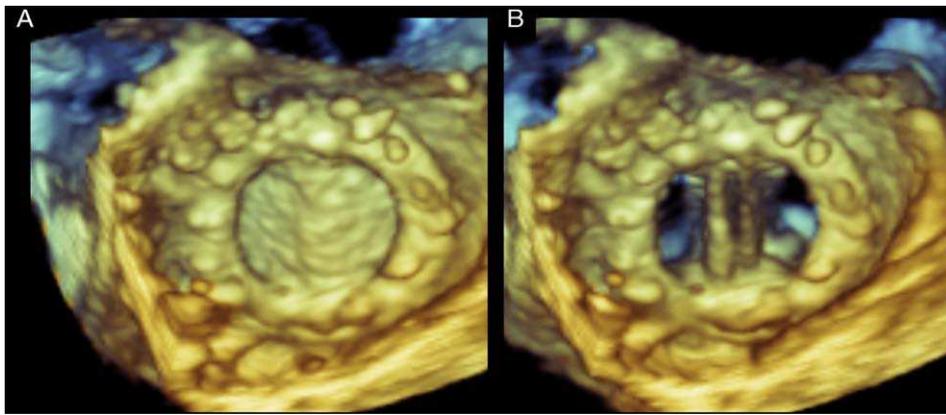


Figura 3. Ecocardiografía transesofágica tridimensional en tiempo real de una válvula mecánica mitral normal vista desde la aurícula izquierda, con las valvas en sístole (A) y en diástole (B).

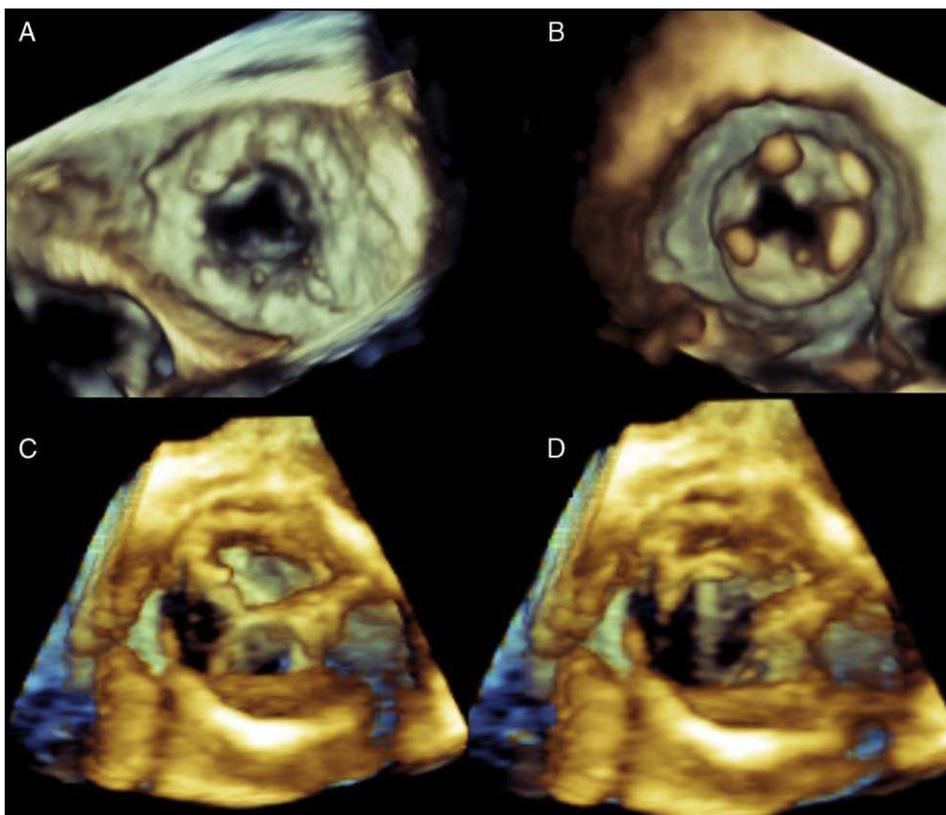


Figura 4. Ecocardiografía transesofágica tridimensional en tiempo real (ETE 3DTR) de una válvula bioprotésica tricúspide normal durante la diástole, orientada tal como se observa desde la aurícula derecha (A) y el ventrículo derecho (B). El anillo tricúspideo se visualiza fácilmente, pero las valvas se aprecian mal. ETE 3DTR de una bioprótesis de válvula aórtica normal orientada tal como se observa desde la aorta (C) y el infundíbulo de salida ventricular izquierdo (D). Nuevamente, las valvas aórticas, a diferencia del anillo, se visualizan mal. Véanse las explicaciones en el texto.

de la válvula protésica como valvas, anillos y ejes, de todas las válvulas protésicas, sea cual sea su posición. Esto resulta especialmente útil para la evaluación de las válvulas mecánicas mitrales y aórticas, en las que las imágenes 2D son con frecuencia de mala calidad debido a las sombras acústicas. En particular la exploración 3DTR permite visualizar el lado ventricular de las válvulas protésicas mitrales. Un último punto importante en relación con el empleo de la ETE 3DTR para la evaluación de las válvulas protésicas es que no prolonga sustancialmente el tiempo necesario para la exploración. Los tiempos de adquisición para la ETE 3DTR requieren habitualmente 10 min adicionales.

ENDOCARDITIS DE VÁLVULA PROTÉSICA

Los signos ecocardiográficos son uno de los factores incluidos en los criterios de Duke para el diagnóstico de la endocarditis infecciosa. Mientras que la ETT tiene una especificidad relativamente alta para la detección de vegetaciones, su sensibilidad es de entre el 40 y el 80%⁵. Así pues, la ETE se realiza a menudo cuando la sospecha clínica de endocarditis infecciosa es alta y la ETT es negativa o no es concluyente. En general, la evaluación de las válvulas protésicas con el empleo de la ETT resulta difícil o insuficiente, debido a la frecuente presencia de sombras producidas por el tejido valvular protésico adyacente. En consecuencia,

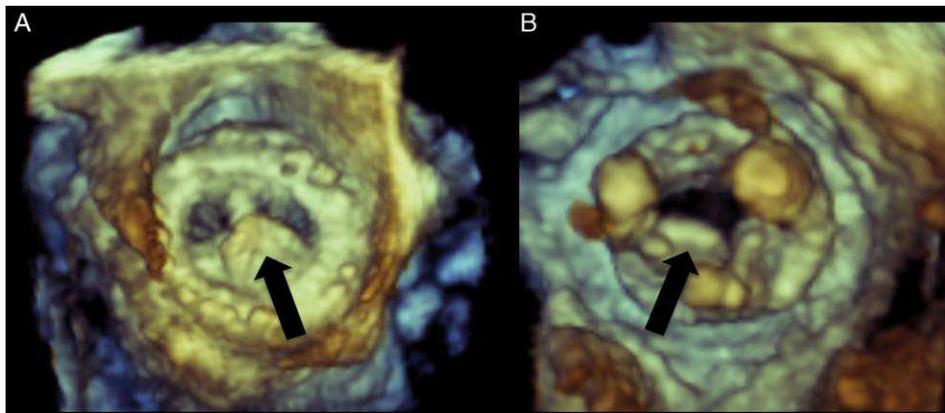


Figura 5. Ecocardiografía transesofágica tridimensional en tiempo real de una bioprótesis de válvula mitral con una vegetación en el lado auricular de la valva, visualizada desde la aurícula izquierda (A) y el ventrículo izquierdo (B). En la imagen B, se aprecian claramente los ejes de la válvula bioprotésica. Las flechas negras señalan la vegetación.

cuando se plantea la posibilidad clínica de una endocarditis infecciosa, en estos pacientes a menudo es necesaria una exploración adicional de ETE con objeto de evaluar la estructura y la función valvulares.

Se ha demostrado que la ETE 3DTR proporciona una información adicional en la evaluación de la endocarditis de válvula protésica (fig. 5)⁴. Como consecuencia de la adquisición de series de datos de todo el volumen y de ángulo abierto, y dada la posibilidad de manipular y recortar las imágenes, pueden mostrarse claramente estructuras anatómicas profundas, en comparación con lo que se consigue con la ETT o la ETE convencionales. Además, las imágenes de ETE 3D no se limitan a proyecciones planares 2D y permiten una visualización de la válvula desde ángulos que antes no eran posibles. Concretamente, la proyección «en-face» de las válvulas protésicas ha resultado útil en la evaluación de la endocarditis de válvulas protésicas, puesto que permite identificar la dehiscencia valvular discreta junto con los chorros de regurgitación asociados. La posibilidad de mostrar las imágenes de la válvula desde una perspectiva quirúrgica permite una mejor comunicación con los cirujanos.

En la endocarditis de válvula protésica, se ha demostrado que las exploraciones de imagen 3DTR presentan una buena correlación con las observaciones quirúrgicas y de la ETE 2D, y se ha comprobado que permiten identificar vegetaciones adicionales que no se observan en la ETE 2D⁴. Las imágenes 3DTR pueden facilitar también la diferenciación de las vegetaciones respecto al material de sutura suelto, y el movimiento de balanceo de una válvula con una dehiscencia parcial se aprecia mejor en una exploración de imagen 3DTR.

REGURGITACIÓN PARAVALVULAR

La incidencia de una regurgitación paravalvular significativa en una válvula protésica, causante de insuficiencia cardiaca y anemia hemolítica, es de un 1-5% y la mayoría de las fugas de válvulas protésicas suelen producirse en el primer año siguiente a la sustitución valvular⁶. Globalmente, se estima que hasta un 10% de las válvulas protésicas aórticas y hasta un 15% de las mitrales presentan un cierto grado de regurgitación paravalvular. La regurgitación paravalvular significativa requiere una intervención, que puede ser quirúrgica o percutánea. Tradicionalmente, el tratamiento quirúrgico de la regurgitación valvular ha sido la práctica habitual. Sin embargo, en los últimos 20 años se han desarrollado métodos de oclusión de la regurgitación paravalvular transcatóter, aunque su uso ha estado limitado por la falta de técnicas de diagnóstico por la imagen que permitieran localizar con

exactitud la fuga paravalvular. La ETE 3DTR desempeña un papel importante en: a) la evaluación de la regurgitación paravalvular (tamaño y ubicación); b) la guía en las intervenciones destinadas a tratar una regurgitación paravalvular significativa, y c) la evaluación tras la intervención.

Evaluación de la regurgitación paravalvular

La evaluación de la regurgitación paravalvular en las válvulas protésicas se realiza fundamentalmente mediante ecocardiografía. La ETE proporciona de manera uniforme unas imágenes mejores que las de la ETT para la evaluación de las válvulas protésicas, dada la proximidad del esófago a las estructuras cardíacas. Sin embargo, en la ETE 2D pueden pasar inadvertidos signos importantes, puesto que sólo presenta imágenes de un plano de imagen delgado a través del corazón.

La ETE tridimensional proporciona imágenes en 3D que permiten visualizar la totalidad de la válvula protésica, sobre todo en las posiciones aórtica y mitral³. Concretamente, la modalidad de zoom 3D permite obtener proyecciones «en-face» tanto de la válvula mitral como de la aórtica. Por convención, la imagen de la válvula mitral, obtenida desde la perspectiva auricular izquierda, se rota hasta la posición de la válvula aórtica a las doce y de la orejuela auricular izquierda a las nueve del reloj. Se identifican las zonas de dehiscencia, prestando especial atención a su ubicación, su forma, su tamaño y su área. Con el empleo de imágenes multiplanares es posible cuantificar el área de la dehiscencia (fig. 6). La adquisición de datos de volumen completo proporciona imágenes de ángulo más amplio y con una mayor resolución temporal. Después de las adquisiciones de datos, éstos pueden ser rotados, manipulados y recortados para obtener una exposición óptima de las fugas paravalvulares. La presencia de orificios paravalvulares puede confirmarse con el empleo del flujo a color tridimensional.

En la dehiscencia de la válvula mitral, la ETE 3DTR proporciona una información adicional respecto a las características anatómicas exactas del área de dehiscencia, así como información sobre la relación entre la dehiscencia, el chorro de regurgitación mitral y las estructuras anatómicas adyacentes (fig. 7). Recientemente se ha descrito que las dehiscencias de la válvula mitral se producen principalmente en la región posterior o lateral y que es muy poco frecuente que sean de localización anterior⁷. Se han propuesto cuatro teorías para explicar por qué las dehiscencias del anillo son más probables en la región posterior del anillo mitral. Dichas teorías se refieren generalmente a limitaciones del campo quirúrgico y estructuras que

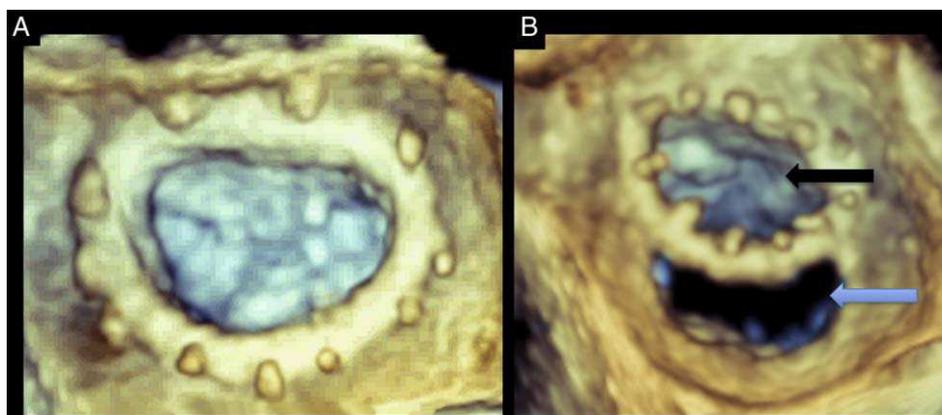


Figura 6. Ecocardiografía transesofágica tridimensional en tiempo real de un anillo de anuloplastia mitral normal (A) y de una dehiscencia de anillo de anuloplastia mitral (B). Ambas imágenes están orientadas tal como se visualizan desde la aurícula izquierda. La flecha negra señala el orificio de anuloplastia. La flecha azul señala la dehiscencia de la zona posterior de la anuloplastia. La dehiscencia está situada en la parte posterior del anillo. Véanse las explicaciones en el texto.



Figura 7. Ecocardiografía transesofágica tridimensional en tiempo real con seguimiento automático simultáneo de los anillos mitral y aórtico, empleada para el estudio del acoplamiento entre las válvulas.

rodean el aparato valvular mitral. La primera de ellas es que el anillo valvular mitral en la parte posterior está en un campo quirúrgico alejado, con lo que el cirujano dispone de una ventana limitada para realizar la sutura. La segunda teoría es que el cirujano intenta evitar dañar la arteria circunfleja, y ello hace que a menudo la sutura de la parte posterior sea más superficial. La tercera teoría es que las calcificaciones y la fibrosis del anillo mitral tienen una mayor prevalencia en la parte posterior, con lo que resulta difícil asegurar una sutura correcta. Finalmente, se ha señalado que la parte anterior del anillo mitral está formado por la zona fibrosa mitral. Ello proporciona una interfaz relativamente firme en la que el cirujano puede suturar la válvula con comodidad. Sin embargo, carece de flexibilidad y, por lo tanto, puede fijar el anillo y causar una tensión, con lo que se arrastrará la parte posterior del anillo, con el consiguiente aumento del riesgo de dehiscencia en esa zona.

Intervención en la regurgitación paravalvular

En general, la ETE 3DTR ha proporcionado una evaluación más exacta de la localización y el tamaño exactos de la fuga en los pacientes con una regurgitación paravalvular conocida de una

válvula protésica^{8,9}. Esto es importante a la hora de decidir si se va a utilizar un abordaje quirúrgico o transcatóter para la corrección de la regurgitación paravalvular del paciente. Para el abordaje quirúrgico, disponer de información sobre el tamaño y la localización de la fuga antes del *bypass* cardiopulmonar será de utilidad para el cirujano, puesto que puede ser difícil obtener esta información cuando el corazón deja de estar lleno de sangre. Asimismo, la ETE 3DTR permite evaluar la presencia de una regurgitación residual después de que se haya realizado la desconexión del *bypass* cardiopulmonar y antes de cerrar el tórax, con lo que puede evitarse la necesidad de una reintervención.

Cuando se opta por un abordaje percutáneo para el cierre de una fuga paravalvular, la ETE 3D desempeña un papel importante en la determinación de la vía de abordaje, así como en la elección del dispositivo de cierre⁷. Según cuáles sean las características de la válvula, el abordaje puede ser anterógrado o retrógrado. Por ejemplo, una fuga paravalvular en una válvula protésica mitral puede abordarse desde la aurícula izquierda, tras una punción transeptal (abordaje anterógrado) o desde el ventrículo izquierdo, tras una punción apical ventricular izquierda (abordaje retrógrado)¹⁰. En la actualidad, las fugas paravalvulares pequeñas se ocluyen con el empleo de un dispositivo para conducto arterioso

permeable Amplatzer, mientras que para las fugas paravalvulares más grandes son necesarios dispositivos para comunicación interventricular Amplatzer. Esta decisión puede tomarse tras medir el área de dehiscencia en las proyecciones multiplanares.

Durante el cierre de las fugas paravalvulares con dispositivos percutáneos, las imágenes de ETE 3DTR de las estructuras cardíacas, los catéteres y los dispositivos de oclusión se utilizan para guiar al operador durante las diferentes fases de la intervención. Estas fases incluyen la elección del lugar adecuado para la punción transeptal auricular y la guía del catéter y del dispositivo hacia la fuga paravalvular. La principal ventaja de las exploraciones de imagen 3DTR en esta intervención es su capacidad de visualizar toda la longitud de los catéteres intracardíacos, así como los balones o dispositivos conectados a los catéteres, y determinar su posición en relación con estructuras cardíacas importantes^{11,12}. Para la adquisición de este campo de visualización es necesaria una única sonda y un ángulo del transductor. Se elimina la necesidad de manipulación y rotación constantes que son precisas con las técnicas de imagen 2D.

Las exploraciones de imagen 3DTR permiten también una evaluación continua de la función de la prótesis antes, durante y después de la intervención. Además, después de la intervención, la ETE 3DTR permite determinar la localización y la función del dispositivo de oclusión y de las posibles complicaciones como la creación de una nueva fuga paravalvular causada por la distensión de la línea de sutura durante el despliegamiento del dispositivo.

LIMITACIONES

Las limitaciones de la ETE 3D son la mala visualización de las estructuras de la cara anterior del corazón, las imágenes subóptimas debidas a una mala sincronización electrocardiográfica en pacientes con arritmias, la resolución espacial y temporal reducida con adquisiciones de ángulo cerrado y supresión del tejido. Las estructuras cardíacas de la parte anterior, como las válvulas aórtica y tricúspide, dada su mayor distancia respecto a la sonda de ETE, no pueden visualizarse tan bien como las estructuras de localización posterior, como la válvula mitral.

Los pacientes con valvulopatías presentan a menudo arritmias en el momento en que se realiza la exploración ecográfica. Históricamente, estas arritmias han hecho que las imágenes no fueran óptimas, con artefactos debidos a una mala sincronización electrocardiográfica durante la adquisición de la imagen. Este problema se ha resuelto ahora con el reciente desarrollo de la adquisición de datos de volumen completo en tiempo real, con un solo latido, utilizando las sondas transeofágicas. Se ha dispuesto de esta técnica clínicamente en las sondas transtorácicas, y en ese contexto su uso ha llevado a una reducción de los artefactos de imagen y una mejora de la evaluación de los pacientes con arritmias. Además, la combinación de las exploraciones de imagen 3DTR con la sonda de ETT 2D ha facilitado el uso clínico de la ecocardiografía 3D, puesto que los ecografistas ya no tienen que cambiar de sonda a mitad de la exploración para la obtención de las imágenes 3D.

Tradicionalmente, el modo *zoom* 3D proporciona imágenes de una alta resolución espacial a costa de la resolución temporal, con una frecuencia de fotogramas que suele ser inferior a 10 Hz. Esto puede reducir la capacidad de visualización de las estructuras de movimiento rápido, como las vegetaciones, y del comportamiento dinámico de los anillos mitrales. Esta limitación se ha superado recientemente con la introducción de un nuevo programa informático que permite la obtención de imágenes a frecuencias más altas, que se aproximan a los 30 Hz. Los nuevos sistemas de ecocardiografía 3D permiten una adquisición de todo el volumen con el empleo de uno o dos ciclos cardíacos gracias a las proporciones de volumen más elevadas. Con ello se obtienen

imágenes que requieren tan solo un tiempo de adquisición breve, mientras que se reducen al mínimo los artefactos de los puntos y se mejora la resolución. En la ETT, se ha observado que este tipo de adquisición aporta una exactitud similar a la de los datos de imagen 3DTR obtenidos mediante una adquisición convencional en cuatro latidos¹³.

Un enfoque alternativo para aumentar la resolución temporal con frecuencias de fotogramas superiores a 30 Hz es el empleo de una adquisición de volumen completo con ángulo abierto. Sin embargo, con ello puede aumentar el riesgo de artefactos de puntos, ya que son necesarios múltiples muestreos cardíacos durante 4-7 latidos. Generalmente esto causa artefactos en más del 70% de los casos. Sin embargo, habitualmente estos artefactos no comprometen el rendimiento diagnóstico de la exploración. Quienes lo utilizan deben ser muy conscientes de esta limitación en la adquisición de los conjuntos de datos de Doppler color, ya que dicha adquisición se extiende durante 7 ciclos cardíacos. En el quirófano los artefactos de puntos pueden eliminarse con una breve interrupción del respirador durante la adquisición de la imagen.

La supresión del tejido al eliminar el ruido (*dropout*) puede interpretarse a veces como un defecto anatómico, mientras que el aumento de la ganancia puede dar lugar a imágenes borrosas. Sin embargo, la experiencia, así como la combinación de información de diversos planos de imagen y el uso de la información de Doppler y color, serán útiles para diferenciar entre un defecto real y una supresión de tejido al eliminar el ruido.

PERSPECTIVAS FUTURAS

Recientemente se ha utilizado la exploración de imagen 3DTR para demostrar que, en voluntarios humanos normales, las válvulas aórtica y mitral, que están unidas por tejido fibroso, tienen en común unos cambios anulares recíprocos inversos durante todo el ciclo cardíaco (fig. 7)¹⁴. Esto ha llevado a un trabajo preliminar en el que se ha examinado el efecto de las válvulas protésicas aórticas o la dinámica del anillo mitral a través del acoplamiento aortomitral. La posibilidad de estudiar estos cambios mediante las exploraciones de imagen 3DTR podrá influir finalmente en las intervenciones quirúrgicas valvulares y en el diseño de las prótesis.

CONCLUSIONES

Las exploraciones de imagen 3DTR son un excelente instrumento de diagnóstico por la imagen que se suma a la información ya aportada por las modalidades de imagen tradicionales. En la evaluación de las válvulas protésicas, especialmente las mecánicas, las exploraciones de imagen 3DTR permiten una mejora de la visualización en comparación con las técnicas 2D. Un ejemplo de ello es la visualización de las válvulas protésicas mitrales desde la perspectiva ventricular. Otra ventaja importante de las imágenes 3DTR es la capacidad de mostrar proyecciones especiales de las que no se dispone con las exploraciones de imagen 2D tradicionales. Concretamente, la «proyección *en-face* de las válvulas» ha resultado útil en la evaluación de la endocarditis de válvula protésica y en la de la regurgitación paravalvular. También en el caso de la regurgitación paravalvular, las imágenes 3DTR desempeñan un papel importante a la hora de elegir el método de cierre, y en el caso del cierre con un dispositivo transcatéter, en la guía durante la intervención de cierre. Las exploraciones de imagen 3DTR tienen unas pocas limitaciones, como la mala visualización de las estructuras cardíacas anteriores, la mala resolución temporal, la mala calidad de las imágenes en los pacientes con arritmias y la supresión de tejido al eliminar el ruido. Sin embargo, estas dificultades pueden abordarse con mejoras de la tecnología y de la

formación. En conjunto, las exploraciones de imagen 3DTR son una tecnología que mejora la visualización en las evaluaciones de válvulas protésicas.

CONFLICTO DE INTERESES

El Dr. Itzhak Kronzon ha recibido honorarios de Philips y subvención de investigación de General Electric.

BIBLIOGRAFÍA

1. Marx GR, Fulton DR, Pandian NG, Vogel M, Cao QL, Ludomirsky A, et al. Delineation of site, relative size and dynamic geometry of atrial septal defects by real-time three-dimensional echocardiography. *J Am Coll Cardiol.* 1995;25:482-90.
2. Schwartz SL, Cao QL, Azevedo J, Pandian NG. Simulation of intraoperative visualization of cardiac structures and study of dynamic surgical anatomy with real-time three-dimensional echocardiography. *Am J Cardiol.* 1994;73:501-7.
3. Sugeng L, Shernan SK, Weinert L, Shook D, Raman J, Jeevanandam V, et al. Real-time three-dimensional transesophageal echocardiography in valve disease: comparison with surgical findings and evaluation of prosthetic valves. *J Am Soc Echocardiogr.* 2008;21:1347-54.
4. Kort S. Real-time 3-dimensional echocardiography for prosthetic valve endocarditis: initial experience. *J Am Soc Echocardiogr.* 2006;19:130-9.
5. Mylonakis E, Calderwood SB. Infective endocarditis in adults. *N Engl J Med.* 2001;345:1318-30.
6. Bhindi R, Bull S, Schrale RG, Wilson N, Ormerod OJ. Surgery Insight: percutaneous treatment of prosthetic paravalvular leaks. *Nat Clin Pract Cardiovasc Med.* 2008;5:140-7.
7. Kronzon I, Sugeng L, Perk G, Hirsh D, Weinert L, Garcia Fernandez MA, et al. Real-time 3-dimensional transesophageal echocardiography in the evaluation of post-operative mitral annuloplasty ring and prosthetic valve dehiscence. *J Am Coll Cardiol.* 2009;53:1543-7.
8. Singh P, Manda J, Hsiung MC, Mehta A, Kesanolla SK, Nanda NC, et al. Live/real time three-dimensional transesophageal echocardiographic evaluation of mitral and aortic valve prosthetic paravalvular regurgitation. *Echocardiography.* 2009;26:980-7.
9. García-Fernández MA, Cortés M, García-Robles JA, Gómez de Diego JJ, Pérez-David E, García E. Utility of real-time three-dimensional transesophageal echocardiography in evaluating the success of percutaneous transcatheter closure of mitral paravalvular leaks. *J Am Soc Echocardiogr.* 2010;23:26-32.
10. Ruiz CE, Cohen H, Del Valle Fernández R, Jelmin V, Perk G, Kronzon I. Closure of prosthetic paravalvular leaks: A long way to go. *Eur Heart J.* 2010;12(suppl E):E52-62.
11. Perk G, Lang RM, García-Fernández MA, Lodato J, Sugeng L, López J, et al. Use of real time three-dimensional transesophageal echocardiography in intracardiac catheter based interventions. *J Am Soc Echocardiogr.* 2009;22:865-82.
12. Lee AP, Lam YY, Yip GW, Lang RM, Zhang Q, Yu CM. Role of real time three-dimensional transesophageal echocardiography in guidance of interventional procedures in cardiology. *Heart.* 2010;96:1485-93.
13. Macron L, Lim P, Bensaid A, Nahum J, Dussault C, Mitchell-Heggs L, et al. Single-beat versus multibeat real-time 3D echocardiography for assessing left ventricular volumes and ejection fraction: a comparison study with cardiac magnetic resonance. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2010;3:450-5.
14. Veronesi F, Corsi C, Sugeng L, Mor-Avi V, Caiani EG, Weinert L, et al. A study of functional anatomy of aortic-mitral valve coupling using 3D matrix transesophageal echocardiography. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2009;2:24-31.